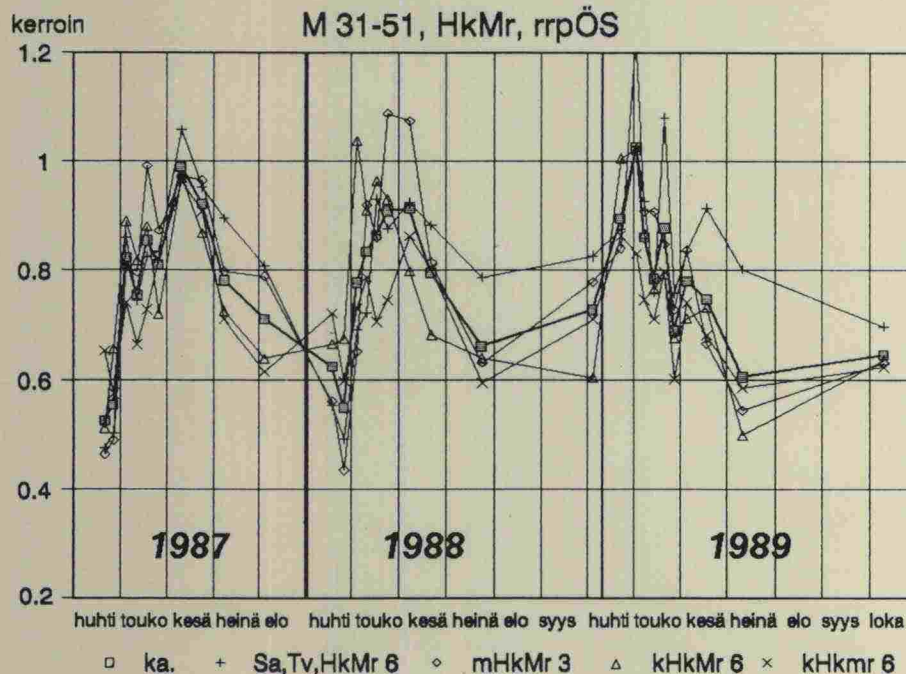
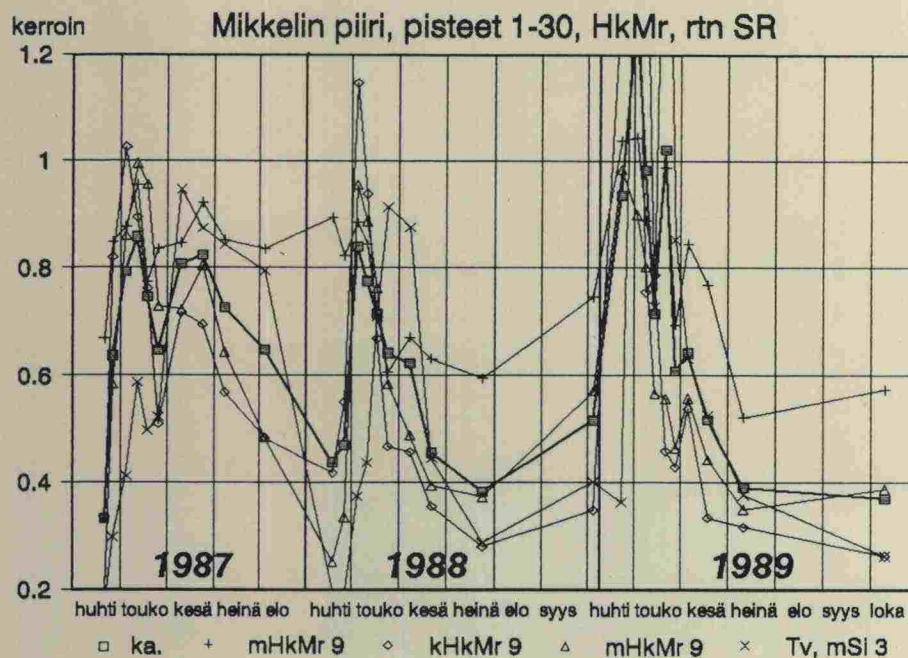


**Tielaitos**

## Teiden kantavuusvaihtelut 1987 - 89



Tielaitoksen  
selvityksiä  
24/1991

Helsinki 1991

Tiehallitus  
Kehittämiskeskus

Tielaitoksen selvityksiä  
24/1991

## **Teiden kantavuusvaihtelut 1987 - 89**

**Tielaitos**  
Tiehallitus, Kehittämiskeskus

Helsinki 1991

ISBN 951-47-4366-0  
ISSN 0788-3722  
TIEL 3200023  
Tähti-Offset Ky  
Helsinki 1991

Julkaisua myy  
Tiehallitus, painotuotevarasto

**Tielaitos**  
Tiehallitus  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde (90) 1541

**Tielden kantavuusvaihtelut 1987-89.** Helsinki 1991, Tiehallitus, kehittämiskeskus.  
Tielaitoksen selvityksiä 24/1991, 33 s.  
ISBN 951-47-4366-0, ISSN 0788-3722, TIEL 3200023

**Asiasanat:** tiet, taipuma, kantavuus, vuodenaajat

## **Tiivistelmä**

Turun, Kymen, Mikkelin, Keski-Suomen, Vaasan, Keski-Pohjanmaan ja Oulun tiepiirit mittasivat erilaisten tieosuuksien kantavuuksia 1-3 viikon välein mittauskauksilla 1987, 88 ja 89. Tulosten perusteella tiehallituksen kehittämissivkuskessa on laskettu kevätkantavuuskertoimen vaihtelu erilaisille teille. Osa mittauksista on tehty pudotuspainolaitteella osa Benkelman-palkilla tai levykuormituslaitteella. Tuloksia voidaan käyttää rakenteen parantamiseen suunnitteluohjeiden laadinnassa ja mittausten ajoittamisessa



## Esipuhe

Tutkimus vuodenaikaisten kantavuusvaihtelujen selvittämiseksi on tehty tiehallituksen aloitteesta. Piirit ovat kuitenkin tehneet kaikki mittaukset. Piirit ovat tällöin voineet käyttää tuloksia kantavuusmittaustensa ajoituksen ja arvioinnin apuna.

Aineisto on käsitelty ja raportti on tehty tiehallituksen kehittämiskeskuksessa, jossa asiaa on hoitanut *Kari Lehtonen*. *Mikko Jokinen* on tehnyt tietojen käsittelyn ja häneltä saa tarvittaessa aineiston LOTUS 123 taulukkona tai kuvina.

Oulun yliopisto on tehnyt aineiston perusteella kolme raporttia, joista yksi on tielaitoksen selvityksiä sarjassa.

Piirien yhdyshenkilöinä ovat olleet:

Viherlehto, Viljanen / TVL Porin lab. PL 149, 28101 PORI (939-323 211)

Martti Partanen, Ari Jokela / Kymen tiepiiri

Kari Kolehmainen, Jussi Vainio / Mikkelin tiepiiri (955-172 536)

Matti Nurminen, Seppo Pohjola / Keski-Suomen tiepiiri

Pentti Mietola / Vaasan tiepiiri

Jorma Ahola / Keski-Pohjanmaan tiepiiri

Paavo Kemilä / Oulun tiepiirin keskuslaboratorio, PL 8, 90441 Kempele  
(981-555 684)

Helsingissä toukokuussa 1991

Tiehallitus

Kehittämiskeskus

---

Sisältö

1	TAVOITTEET	9
2	MITTAUKSET	9
3	TULOKSET	10
4	KEVÄTKANTAVUUSKERTOIMIA KOSKEVAT KUVAT	13
5	KEVÄTKANTAVUUSKERTOIMIEN LASKEMINEN	14
6	KEVÄTKANTAVUUSKERTOIMEN ENNUSTAMINEN	14
7	SUUNNITTELUOHJEIDEN TARKISTAMINEN	15
8	MUUT AINEISTON PERUSTEELLA TEHDYT TARKASTELUT	15
9	MITTAUSPISTEKUVAUKSET	17
10	KUVAT	25

## 1 TAVOITTEET

Tavoitteena on laskea vuosittain kantavuuden mittauskauden jokaiselle viikolle oma kevätkantavuuskerroin. Erilainen kevätkantavuuskerroin tarvitaan

- maan eri osiin
- erilaisille pohjamaatyypeille
- erityyppisille teille (rakennettu, rakentamaton, soratie).

Kevätkantavuuskerrointa voitaisiin käyttää tierekisterin tai suunnitelman kantavuusmittaustulosten korjaamiseen. Tulosten hajonnan perusteella voidaan myös osoittaa ne viikot, joihin mitattuja kantavuuksia ei voida käyttää luotettavasti edes kertoimella korjattuna.

## 2 MITTAUKSET

Kevätkantavuuskertoimien laskemiseksi Turun, Kymen, Mikkelin, Keski-Suomen, Vaasan, Keski-Pohjanmaan ja Oulun piireissä on mitattu vuosina 1987 ja 1988 noin viikon välein kantavuuksia erilaisilla teillä erilaisilla pohjamailla. Pisteitä kertyi 253. Kohdan 8 kaaviosta näkyy, mitkä pisteet on yhdistetty tieosuutta kuvaaviksi ryhmiä.

Piiri	Pisteitä	Tietyyppi	Pohjamaat	Laite
Turku	10	krpÖS	Sa,Si	Pudotusp.
Kymi	9	krp,rakAB	Hk,Si	Benk87, Pud88
"	15	SR	Hk,Sr	"-
Mikkeli	30	SR	HkMr	Benk.
"	21	rrpÖS	HkMr	"-
Keski-S.	12	krpÖS	HkMr	"-
"	12	SR	Si,HkMr	"-
Vaasa	15	krpÖS	Sa,SiMr	Pudotusp.
"	3	rrpAB	Sa	"-
"	15	SR	Sa,SiMr	"-
Keski-P.	15	krpÖS	Sa,HkMr,Tv	Benk.
"	21	rakÖS	Si,HkMr,Tv	"-
"	30	SR	Si,HkMr,Tv	Levyk.
Oulu	15	rakÖS	Sa,Hk	Benk.+Pudotusp
"	<u>30</u>	SR	HkMr,TvHk	"-

### 3 TULOKSET

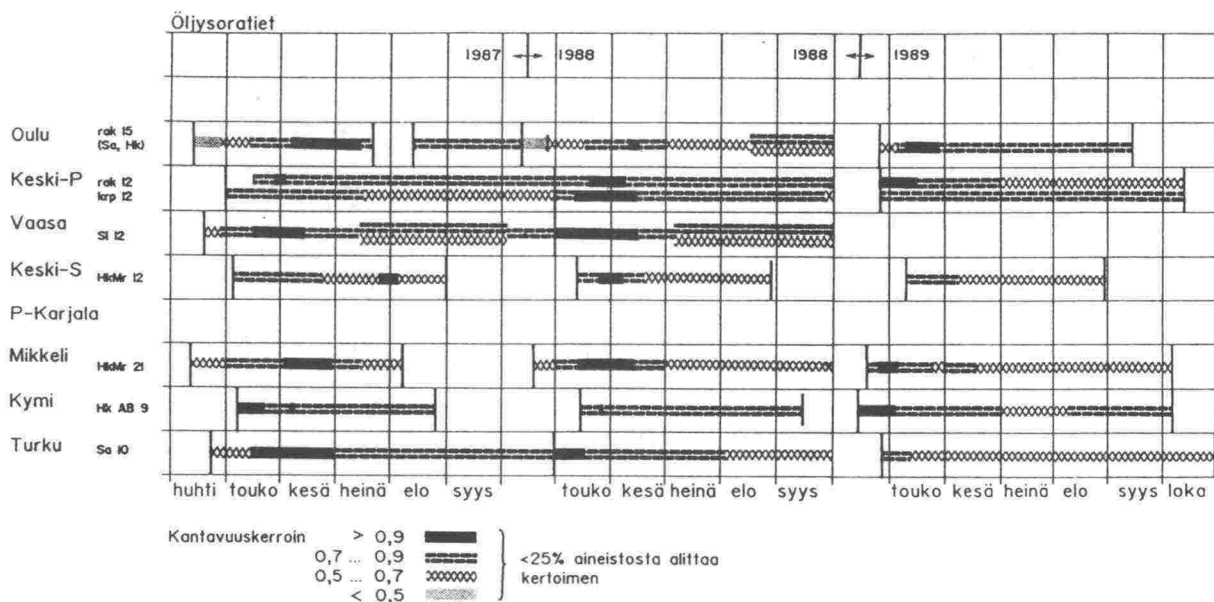
Mittausaineiston perusteella on muodostettu piiri-, tie-, tyyppi- ja pohjamaa-tyyppikohtaiset kevätkantavuuskertoimen vaihtelukuvat mittauskausille 1987, 1988 ja 1989. Aineiston perusteella saatua kerrointa voidaan käyttää rakenteen parantamisen suunnittelua varten tehtyjen kantavuusmittausten korjaamisessa kevätkantavuutta vastaavaksi, mikäli tutkimusaineistoon on kuulunut samantyyppinen tie lähipiiristä. Suunnittelua varten kevätkantavuuskertoimen tulisi olla hajonnan vuoksi 0,1 yksikköä pienempi kuin tässä aineistossa saatu keskiarvo.

Yhteenveto kevätkantavuuskertoimen vaihtelusta näkyy kuvissa 1 ja 2. Päälystetyillä teillä kerroin on suuren osan vuotta yli 0,7. Hyvin rakennetuilla teillä kerroin on suurempi kuin kevyesti parannetuilla. Sorateillä kerroin on harvoin yli 0,9 ja painuu usein alle 0,7:n. Tarkempi kerroin ja hajonta näkyy piirikohtaisista kuvista. Niissä näkyy myös pohjamaan vaikutus.

Ainoa selvästi muista poikkeava pohjamaatyyppi on turve. Sillä heikoin aika on yleensä syksyllä (esim. KP TvÖS, SR 12). Muut pohjamaat voidaan yhdistää tulosten perusteella yhdeksi ryhmäksi (esim. KP-piirin kuvat). Heikoimman kantavuuden aika ja kertoimen suuruusluokka riippuu niissä enemmän paikasta (= säästä) ja tietypistä. Hiekassa ja sorassa kantavuusvaihtelu voi olla hiukan pienempää kuin routivissa maalajeissa.

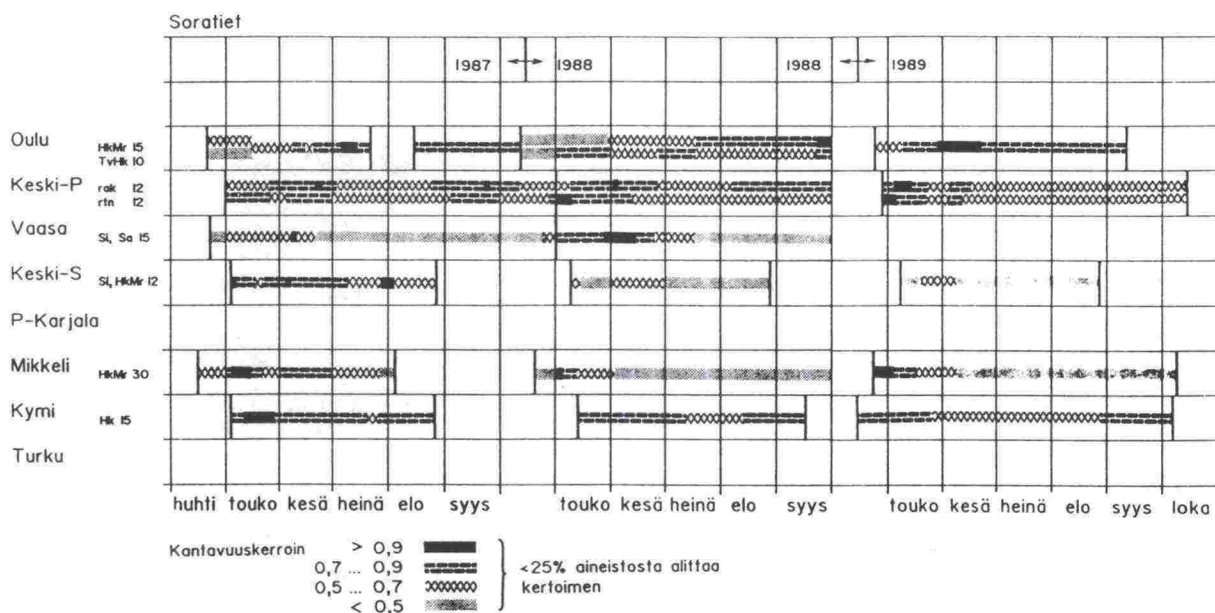
Paikan valoisuus ei vaikuta päälystettyjen teiden kantavuusvaihteluun. Sen sijaan osa valoisalla paikalla olevista sorateistä pehmenee noin viikkoa ennen varjoisia (esim. VSi, rtnSR 12 ja KS 1-12 rtnSR). Ero ei ole kuitenkaan kovin selvä.

## Kantavuusseuranta 1987-1989



Kuva 1: Kevätkantavuuskerroin päällystetyillä teillä.

## Kantavuusseuranta 1987-1989



Kuva 2: Kevätkantavuuskerroin sorateillä.



Mikkelin, Keski-Suomen ja Vaasan piireissä seurattiin erikseen kunkin sora-tien pisteen pehmenemistä silmämääräisesti.

*Taulukko 1: Kahden vuoden aikana havaittu 3. pienin kantavuusmittaustulos silmämääräisesti tutkituissa kohdissa (50 % havainnoista mahtuu vaihteluväliin sisään).*

Piiri	Tiellä havaittu pahin pehmeneminen		
	Lähes ajo- kelvoton	Enintään lievä pehmeneminen	Aina kova ja kuiva
Mikkeli	31-47 MN/m <sup>2</sup>	61-107 MN/m <sup>2</sup>	157-205 MN/m <sup>2</sup>
Keski-S.	22-29 "-	(62-105 "-)	72-133 "-
Vaasa	( 30 "-)	59-74 "-	( 63 "-)
	22-47 MN/m <sup>2</sup>	59-107 MN/m <sup>2</sup>	72-205 MN/m <sup>2</sup>

Pienimmät kantavuusmittaustulokset saatiin yleensä lähes ajokelvottomaksi pehmenneen ajan lopussa, joskus vasta sen jälkeen.

Muutama päivä ennen kantavuusmittausta tehdyllä höyläyksellä ei näytä olevan vaikutusta kantavuusmittaustulokseen.

Oulun piirissä tutkittiin kantavuus benkelmanpalkin lisäksi pudotuspainolaitteella ja lisäksi tutkittiin pohjaveden syvyyden vaihtelut, roudan sulamissyvyys sekä troxler-laitteella päällysrakenteen kosteusvaihtelut.

Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan raporteissa 2/1988 ja 7/1989 (Belt, Liimatta) on esitetty mittausten tulokset.

Tutkituilla teillä benkelman-palkilla ( $E_B$ ) ja pudotuspainolaitteella ( $E_p$ ) saadut kantavuudet ovat suunnilleen samansuuruiset. Turvealueella  $E_p > E_B$  ja hiekka-alueella  $E_B > E_p$ . Benkelman-palkki reagoi herkemmin pohjaveden korkeuden vaihteluihin kuin pudotuspainolaite. Tällä on merkitystä syksyllä.

Öljysorateilla ja rakennetuilla sorateilla heikoin kantavuus esiintyy vasta roudan sulamisen lopulla tai sen jälkeen. Rakentamattomilla sorateilla huonoin kantavuus on silloin, kun routa on sulanut 40-70 cm. Näin voi käydä myös päällystetyllä tiellä, jonka päällysrakenteen yläosassa on selvästi routivaa materiaalia.

*Taulukko 2: Taipumasuppilon muoto Mt 8152:lla vuonna 1988.*

Päivämäärät	D450/Do	D900/Do	Eo(MN/m <sup>2</sup> )
29.4. ja 6.5.	0,30...0,34	0,11...0,13	220...260
20.5. ja 4.6.	0,40...0,43	0,20...0,24	180
10.6. - 31.8.	0,45...0,50	0,25...0,26	170...190

#### 4 KEVÄTKANTAVUUSKERTOIMIA KOSKEVAT KUVAT

Tämän raportin kuvissa vaaka-akselina on aika. Pystyakselina on kevätkantavuuskerroin.

Ylhäällä oleva otsikko ja alhaalla olevat otsikot kuvaavat ryhmän sijaintipiiriä, pohjamaata, tietyyppiä ja aineiston määrää (mittauspisteinä tai pisteiden numeroina).

Otsikossa on käytetty seuraavia lyhenteitä:

Tv, Sa, Si (=Si tai Si Mr), HkMr (=HkMr tai SrMr), Hk, Sr tarkoittavat pohjamaata.

Pohjamaan kuivuutta tarkoittavat lyhenteet k ja kui ja märkyyttä m ja mär (esim. mSi = märkä siltti).

Valoisan lyhenteet ovat val ja 1 ja varjoisan var ja r.

Rakennettua tietä tarkoittaa rak, raskaasti parannettua rrp, kevyesti parannettua krp ja rakentamatonta soratietä rtnSR. ÖS tarkoittaa öljysoraa tai pintausta. AB voi tarkoittaa myös kevytasfalttia.

Samoja lyhenteitä on käytetty myös kohdan 8 kaavioissa, joista näkyy mitkä pisteet on yhdistetty ryhmiksi ja mitkä ryhmät on yhdistetty eri kuviin.



## 5 KEVÄTKANTAVUUSKERTOIMIEN LASKEMINEN

Tässä raportissa esitetyt kevätkantavuuskertoimet on laskettu seuraavasti:

1. Kevätkantavuudeksi on valittu vuosien 1987 ja 88 aikana havaittu kolmanneksi pienin kantavuus (kantavuus, joka alittuu noin kolmen viikon ajan kahdessa vuodessa). Nämä viikot voivat sattua kevääseen tai märkään syksyyn.
2. Kunkin päivän kevätkantavuuskerroin on saatu jakamalla psteen kolmanneksi pienin tulos päivän kantavuustuloksella.
3. Kolme tai viisi (yleensä) peräkkäistä mittauspistettä muodostaa ryhmän, jossa pohjamaa ja tierakenne on samanlainen. Ryhmän kevätkantavuuskertoimeksi tulee ryhmän pisteiden kertoimien keskiarvo. Keskiarvo kuvaa noin 200 m pituisen tieosuuden käyttäytymistä.
4. Lisäksi kullekin tiettyypille on laskettu kevätkantavuuskerroin, joka on samantyyppisten ryhmien (tieosuuksien) kertoimien keskiarvo.

Mitä useamman mittauspisteen kerroin keskiarvoon sisältyy, sitä vähemmän keskimääräisessä kevätkantavuuskertoimessa on äkillisiä vaihteluita. Toisin sanoen yksittäiset poikkeamat esimerkiksi mittausvirhe tai lätäkön kohdalta saadut havainnot eivät enää näy tiettyypin keskiarvossa. Keskiarvokäyrä ei myöskään yleensä nouse 1,0:n yläpuolelle, vaikka kaikki pistekohtaiset käyrät ylittävät kohdan 1. määritelmän mukaisiksi 1,0:n noin 3 viikon ajan 2 vuodessa.

Ryhmien sisällä pisteiden kevätkantavuuskertoimien väliset erot olivat yleensä pienet.

## 6 KEVÄTKANTAVUUSKERTOIMEN ENNUSTAMINEN

Tässä raportissa esitettyjen kantavuuden vaihtelukäyrien tuottaminen 1...2 viikon välein toistuvien mittauksin on melko työlästä. Tästä syystä Oulun yliopistossa on selvitetty, voidaanko kantavuusvaihtelu ennustaa säätietojen perusteella. Aineiston perusteella ei voitu ennustaa heikoimman kevätkantavuuden aikaa eikä kevätkantavuuskerrointa, edellisen syksyn pohjavesitilanteen, talven sadevesien ja lämpötilan sekä kevään lämpö- ja sadevesien perusteella. Myöskään roudan sulamiskauden jälkeistä (heinä-lokakuu) kantavuusvaihtelua ei voida selvittää edellisten viikkojen sademääriin. Pohjaveden korkeusvaihtelulla on vaikutusta kantavuuteen. Tulokset on esitetty raportissa Tielaitoksen selvitys nro 25/1991.

## 7 SUUNNITTELUOHJEIDEN TARKISTAMINEN

Uusissa rakenteen parantamisen suunnitteluohjeissa suositellaan kevätkantavuuskertoimeksi:

0,4...0,8 sorateillä

0,6...0,8 kevyesti parannetuilla päällystetyillä teillä

0,8...1,0 rakennetuilla AB-teillä.

Tarkempi valinta tehdään käyttäen kaikkea mahdollista tietoa. Jos lähialueella on seurattu samantyyppisen tien kantavuusvaihtelua samana vuonna, voidaan käyttää siitä saatua kevätkantavuuskerrointa. Alle kahden vuoden seurannassa ei saada kuitenkaan selville vuosien välisiä vaihteluita.

Mittausaika voidaan valita tässä raportissa esitettyjen käyrien avulla. Aika keväällä ennen heikoimman kantavuuden (suurimman kevätkantavuuden) hetkiä on ongelmallinen mittausten kannalta, koska kantavuusvaihtelut ovat jyrkät. Pakkasyöt tai lämmin sateinen sää voi muuttaa kertoimen laidasta laitaan. Aukoilla ja varjoisilla osuuksilla sulaminen voi olla eriaikaista. Sopivin mittausaika on yleensä kuukauden ajan pahimman soratien pehmenemisen jälkeen. Myös syksyn mittauksia voidaan käyttää päällystetyillä teillä. Kaikissa mittauksissa käytetään kevätkantavuuskerrointa.

Soratien kantavuudeksi tulisi valita enintään  $35 \text{ MN/m}^2$ , jos tien kohta on ollut jonakin keväänä lähes ajokelvottomaksi pehmennyt. Ajoittain lievästi pehmenneissä kohdissa suurimmaksi arvoksi sopii  $65 \text{ MN/m}^2$ .

Pudotuspainolaitteella voidaan mitata myös taipumasuppilon muoto. Vuodenaikojen vaihtelu vaikuttaa voimakkaasti myös taipumasuppilon muotoon, se on keväällä jyrkempi kuin myöhemmin kesällä ja syksyllä. Tästä syystä eri vuodenaikoina mitattuja tuloksia ei voida verrata suoraan keskenään. Taipumasuppilon vuodenaikaisvaihtelua on esitetty myös raportissa Tielaitoksen selvityksiä nro 25/1991.

## 8 MUUT AINEISTON PERUSTEELLA TEHDYT TARKASTELUT

Aineistosta saatuja kahden vuoden kolmanneksi huonoimpia kantavuuksia verrattiin tielaitoksen rakenteen suunnitteluohjeilla laskettuihin kantavuuksiin. Ohutrakenteisilla teillä ohjeiden mukaan lasketut tulokset ovat hiukan pienempiä kuin mitattu tulos. Paksurakenteisilla teillä mitatun ja lasketun tuloksen suhde vaihtelee paljon. Tulokset on esitetty raportissa Tielaitoksen selvityksiä nro 25/1991.

TURUN PIIRI

1-10 Pt 12895

Pudotuspaino 8.5.-23.10.87, 2.5.-24.10.88, 28.4.-1.11.89

1			
2	ksi	T 1-4, kSa, krpös = kSa 4	
3			
4			
5			
6		T 5-7, ksi, krpös = ksi 3	
7			
8			
9		T 8-10, kSa, krpös = kSa 3	
10			

KYMEN PIIRI

1-18 Mt 377, 19-24 Mt 369

Benkelman 8.5.-28.8.87, pudotuspaino 17.5.-16.9.88, 14.4.-6.10.89,  
30.4.-28.9.90

1				
2		Ky 1-3, Hk, rakAB, val = Hk, rak		
3				
19				
20		Ky 19-21, Hk, krpAB, var = Hk, krp	Ky 1-3, 19-24, AB = AB	
21				
22				
23		Ky 22-24, kuisi, krpAB, val= ksi, krp		
24				
4				
5		Ky 4-6, Hk, rtnSR, var = rtn, var		
6				
7				
8		Ky 7-9, Hk, rtnSR, val = rtn, val		= rtnSR
9				
10				
11		Ky 10-12, Hk, rtnSR, var = rtn, var	Ky 4-18, Hk, SR	
12				
13				
14		Ky 13-15, Sa, rakSR, val = rak, val		
15				
16				= rakSR
17		Ky 16-18, Hk, rakSR, var = rak, var		
18				

## MIKKELIN PIIRI

1-12 Pt 15142, 13-30 Mt 4321, 31-51 Mt 4201

Benkelman 22.4.-4.8.87, 20.4.-4.10.88, 28.4.-10.10.89

Pehmeneminen tutkittu 87, 88

Höyläys tutkittu 87

M 1-30, HkMr, rtnSR

1			
2	M 1-3, kHkMr, rtnSR, var = 1-3		
3 Hk			
20			
21	M 20-22, kHkMr, rtnSR, val = 20-22	M 1-3, 20-25, kHkMr, rtnSR = kHkMr9	
22			
23			
24	M 23-25, kHkMr, rtnSR, val = 23-25		
25			
4			
6	M 4,6,7, mHkMr, rtnSR, val = 4,6,7		
7			
9 l			
10 l	M 9-11, mHkMr, rtnSR = 9-11	M 4,6,7,9-15, mHkMr, rtnSR = mHkMr 9	
11 r			
13 m,l			
14 m,r	M 13-15, mHkMr, rtnSR = 13-15		
15 k,l			
16 mSi,l			
17mHkMr,r	M 16-18, mHkMr, rtnSR, val = 16-18		
18kHkMr,l			
26			
27	M 26-28, mHkMr, rtnSR, var = 26-28	M 16-19,26-30, mHkMr, rtnSR = mHkMr 9	
28			
19 l			
29 l	M 19,29,30, mHkMr,rtnSR,val=19,29,30		
30 r			
5 mHkMr			
8 mSi	M 5,8,12, Tv,mSi,mHkMr,rtnSR = 5,8,12	M5,8,12, Tv, mSi, mHkMr,rtnSR = Tv, mSi 3	
12 Tv			

M 31-51, HkMr, rrpös

37 Tv  
38 kHkMr | M 37,38,42, Tv,kHkMr,rrpös=37,38,42  
42 kHkMr |

= Sa,Tv,HkMr 6

39  
40 | M 39-41, Sa,rrpös, val = 39-41  
41 |

M37-42,49-51, mHkMr,Sa,Tv,rrpös

49  
50 | M 49-51, mHkMr, rrpös, var = 49-51  
51 |

= mHkMr 3

31 l  
32 l | M 31-33, kHkMr, rrpös, val = 31-33  
33 r |

= kHkMr 6

34  
35 | M 34-36, kHkMr, rrpös = 34-36  
36 |

43 Hk, r  
44 l | M 43-45, kHkMr, rrpös, val = 43-45  
45 l |

M31-36,43-48,kHkMr,rrpös

= kHkMr 6

46 m,r  
47 k,l | M 46-48, kHkMr, rrpös, val =46-48  
48 k,l |

## KESKI-SUOMEN PIIRI

1-12 Pt 16691, 13-24 Pt 16687

Benkelman 8.5.-25.8.87, 13.5.-24.8.88, 8.5.-31.8.89

Pehmeneminen tutkittu 87, 88

KESKI-SUOMEN PIIRI 1-24

1 Si			
2 Si		KS 1-3, mär SiHkMr, rtn SR, val = Si val	
3 HkMr			
4 Si			
5 Si		KS 4-6, mär SiHkMr, rtn SR, var = Si var	KS 1-12 HkMr, krp SR = KS krpSR12
6 HkMr			
7 val			
8 val		KS 7-8, 10, kui HkMr, rtnSR, val = HkMr val	
10 var			
9 val			
11 var		KS 9,11-12, Hk, rtnSR, var = Hk var	
12 var			
13			
14		KS 13-15, kuiHkMr, krp, ös, var = k, var	
15			
16 Si			
17 HkMr		KS 16-18, märHkMr, krp, ös, var = m, var	
18 HkMr			KS 13-24 HkMr, krpös = KS krpös12
19			
20		KS 19-21, kui HkMr, krp, ös, val = k, val	
21			
22			
23		KS 22-24, mär HkMr, krp, ös, val = m, val	
24			



1-3 Vt16, 4-18 Mt 7033, 19-33 Pt 17631  
Pudotuspaino 6.5.-30.10.87, 2.5.-7.10.88  
Pehmeneminen tutkittu 87  
Höyläys tutkittu 87  
VAASAN PIIRI 1-33

7			
8	V 7-9, märSi, SiMr, krpös, val	= mSi val	
9			
10			
11	V 10-12, kuisi, SiMr, krpös, val	= kSi, val	
12			
13			
14	V 13-15, märSi, SiMr, krpös, var	= mSi, var	
15			
16			
17	V 16-18, kuisi, SiMr, krpös, var	= kSi, var	
18			
19			
20	V 1-3, Sa, rrp,AB, val	= rrpAB	= Sa rrpAB 3
21			
22			
23	V 4-6, Sa, kppös, val	= krpös	V Sa 9
24			
25			
26	V 22-24, Sa, rtnSR, val	= rtn SR	
27			
28			
29	V 19-21, märSi, SiMr, rtnSR, val	= mSi, val	
30			
31			
32	V 25-27, kuisi, SiMr, rtnSR, val	= kSi, val	
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			



## KESKI-POHJANMAAN PIIRI

1-12 Pt 18183, 13-27 Mt 772, 28-39 Pt 18148, 40-42 Pt 18151,

43-57 Pt 18149, 58-60 Pt 18259, 61-66 Kt 86

Benkelman ÖS-tiet: 4.5.-4.11.87, 3.5.-12.10.88, 27.4.-12.10.89

Levykuormitus soratiet: 4.5.-4.11.87, 3.5.-12.10.88, 27.4.-12.10.89

Pehmeneminen tutkittu teittäin 87,88

KESKI-POHJANMAAN PIIRI 1-60

1				
2		KP 1-3, Sa, krpös, val	= Sa	
3				
4	Sa			
5	mSi	KP 4-6, Sa, mSi, krpös, val	= SaSi	KP krpös, 12 = krpös 12
6	Sa			
7				
8		KP 7-9, mSi, krpös, var	= Si	
9				
10	Hk			
11	Hk	KP 10-12, Hk, kHkMr, krpös, var	= Hk	
12	kHkMr			
13				
14		KP 13-15, mHkMr, rakös, var	= mHkMr	
15				
16	Sa			
17	mSi	KP 16-18, Sa, mSi, rakös, val	= SaSi	
18	Sa			KP rakös, 12 = rakös 12
19	kHkMr			
20	kHkMr	KP 19-21, kHkMr, kSi, rakös, val	= kSi, Mr	
21	kSi			
22	kHkMr			
23	Sa	KP 22-24, Sa, mSi, mHkMr, rakös, var	= HkSi, Mr	
24	kSi			
61				
62		KP 61-63, kSi, rakös, val	= kSi	
63				KP Si, HkMr, rakös, 12
64				
65	kSi	KP 64-66, mHkMr, kSi, rakös, val	= mHkMr, kSi	
66				

25					
26		KP 25-27, Tv, rakös, val	= rakös		
27					
58					
59		KP 58-60, Tv, krpös, val	= ksi		KP Tv, ös, SR, 12 = Tv 12
60					
52					
53		KP 52-54, Tv, rtnSR, val	= krpös		
54					
40					
41		KP 40-42, Tv, rakSR, val	= rakSR		
42					
28					
30		KP 28,30,32, Sa, rakSR, val	= Sa		
32					
29 Hk					
31 Hk		KP 29,31,39, Hk,Tv, rakSR, val	= HkTv		KP rakSR, 12 = rakSR 12
39 Tv					
33					
34		KP 33-35, Si, rakSR	= Si		
35					
36					
37		KP 36-38, HkMr, mSi, rakSR, var	= HkMr, mSi		
38					
43 kHkMr					
44 kHkMr		KP 43-45, kHkMr, ksi, rtnSR, var	= ksi, HkMr		
45					
46					
47		KP 46-48, mSi, rtnSR, val	= mSi		KP Si, HkMr, rtnSR 12 = rtnSR 12
48					
49					
50		KP 49-51, mHkMr, rtnSR, var	= mHkMr		
51					
55					
56		KP 55-57, ksi, rtnSR, val	= ksi		
57					

## OULUN PIIRI

1-10 Mt 8152, 11-15 Mt 815, 16-25 Pt 18669, 26-30 Pt 18672

Benkelman 30.4.-9.10.87, 15.4.-7.10.88, 28.4.-15.9.89

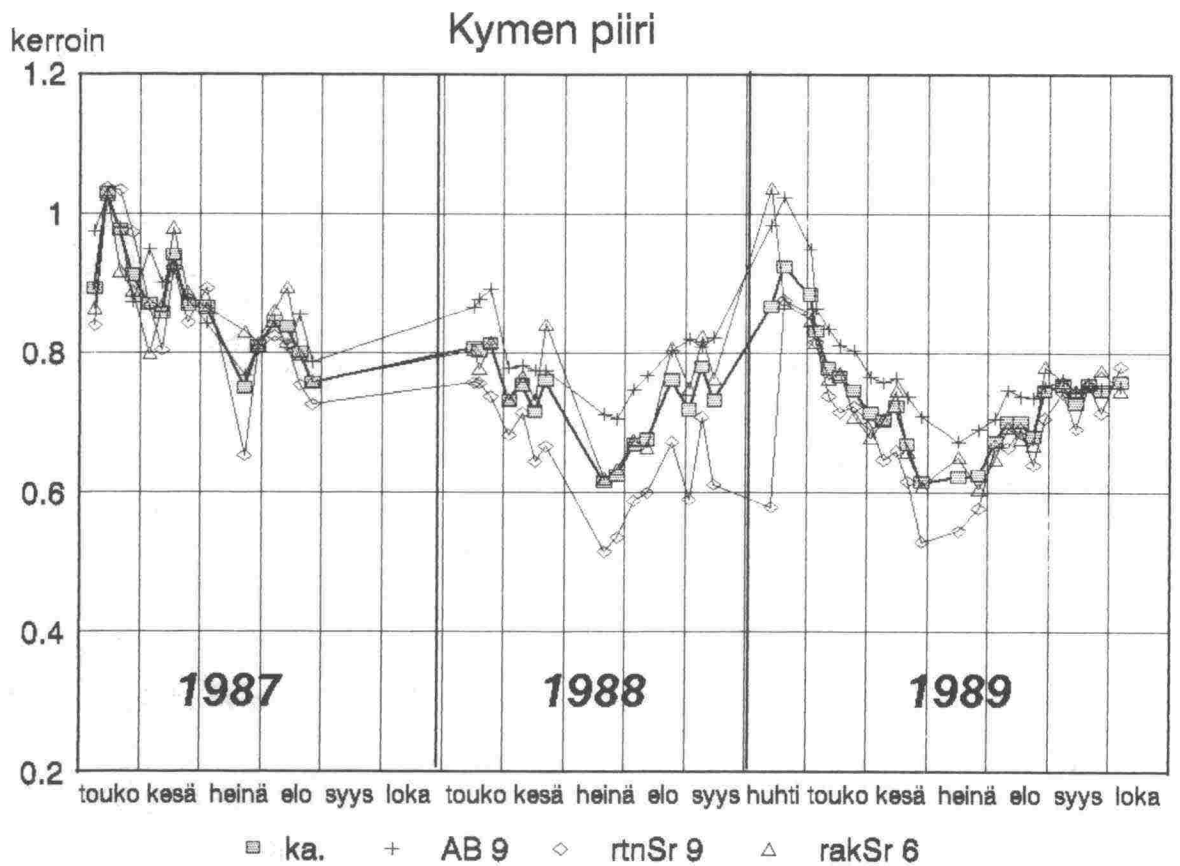
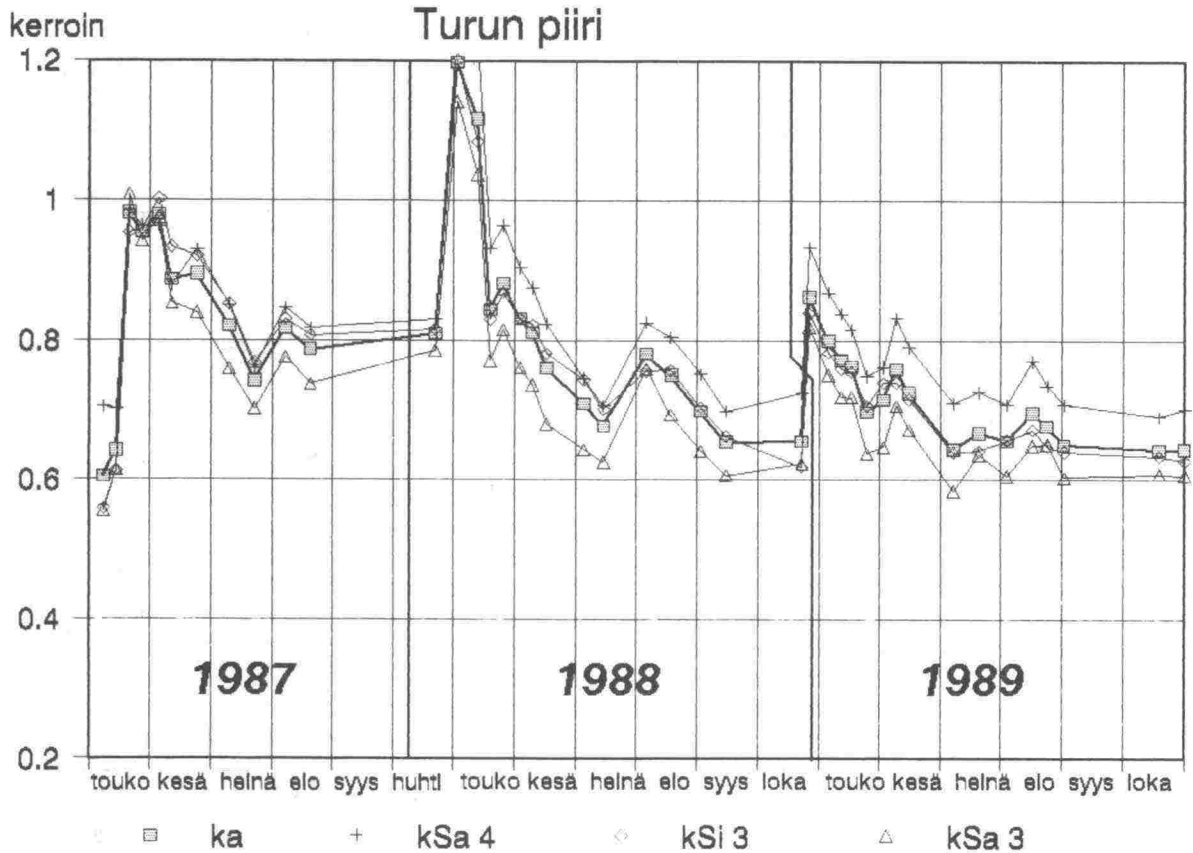
Pudotuspaino 30.4.-9.10.87, 29.4.-26.8.88, 28.4.-6.10.89

Troxler, pohjaveden syvyyshavaintoja 87, 88, 89

OULUN PIIRI 1-45

1		
2		
3	O 1-5 Sa, rakös, val = Sa	
4		
5		
6		
7		
8	O 6-10 Sa, rakös, val = Sa	O 1-15 rakös = SaHk, rakös15
9		
10		
11		
12	mHkMr	
13	O 11-15 Hk, rakös, val = Hk	
14		
15		
16		
17		
18	O 16-20 kHkMr, rakSR, val	= kHkMrSR5
19		
20	mHkMr	
21	Tv	
22	Tv	
23	Hk	O 21-25 TvHk, rtnSR, var = TvHk
24	Hk	
25	Tv	
26		
27		
28	O 26-30 mHkMr, rtnSR, var = mHkMr	
29		
30	Tv	
31	Hk	
32	Tv	
33	Tv	O 31-35 TvHk, rtnSR, val = TvHk
34	Hk	O 21-45 rtnSR = HkMrSR15
35	Hk	
36	m	
37	m	
38	k	O 36-40 HkMr, rtnSR, val = HkMr
39	k	
40	m	
41	m	
42	k	
43	k	O 41-45 kHkMr, rtnSR, var = kHkMr
44	k	
45	k	

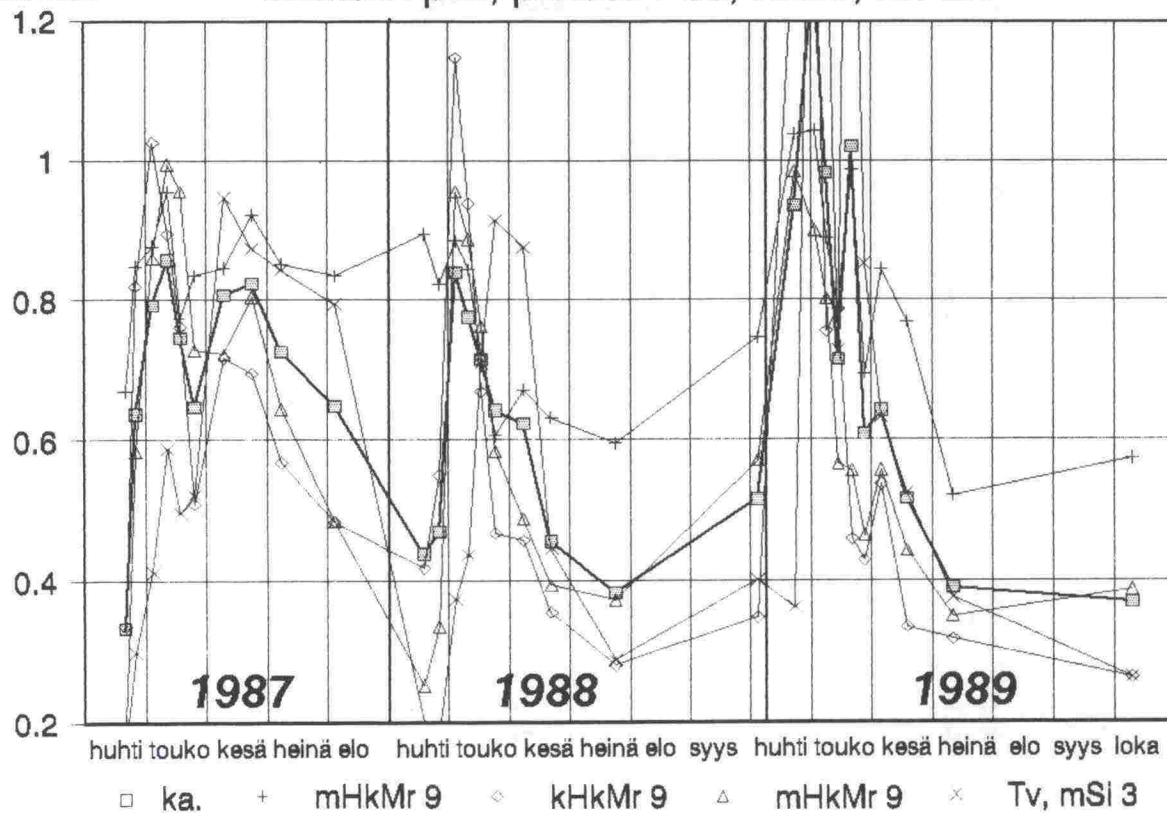
## Kantavuusseuranta 1987 - 89



## Kantavuusseuranta 1987 - 89

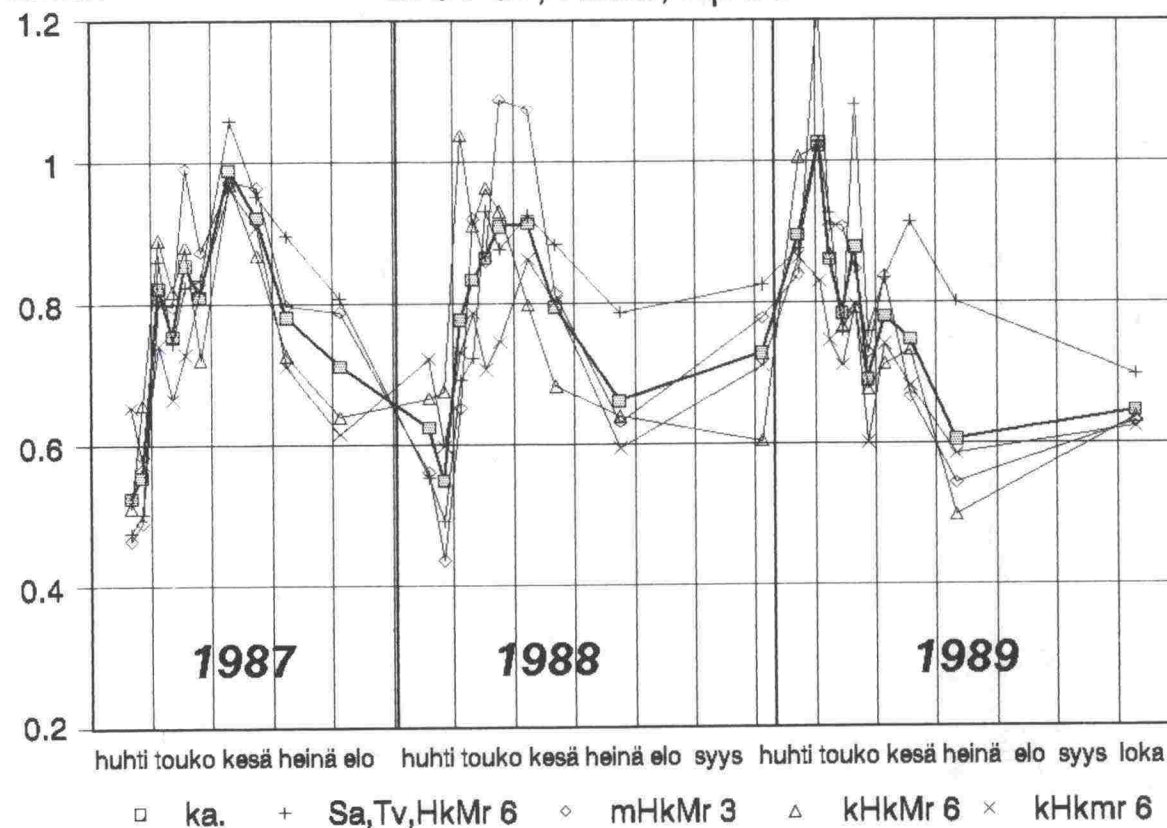
kerroin

Mikkelin piiri, pisteet 1-30, HkMr, rtn SR



kerroin

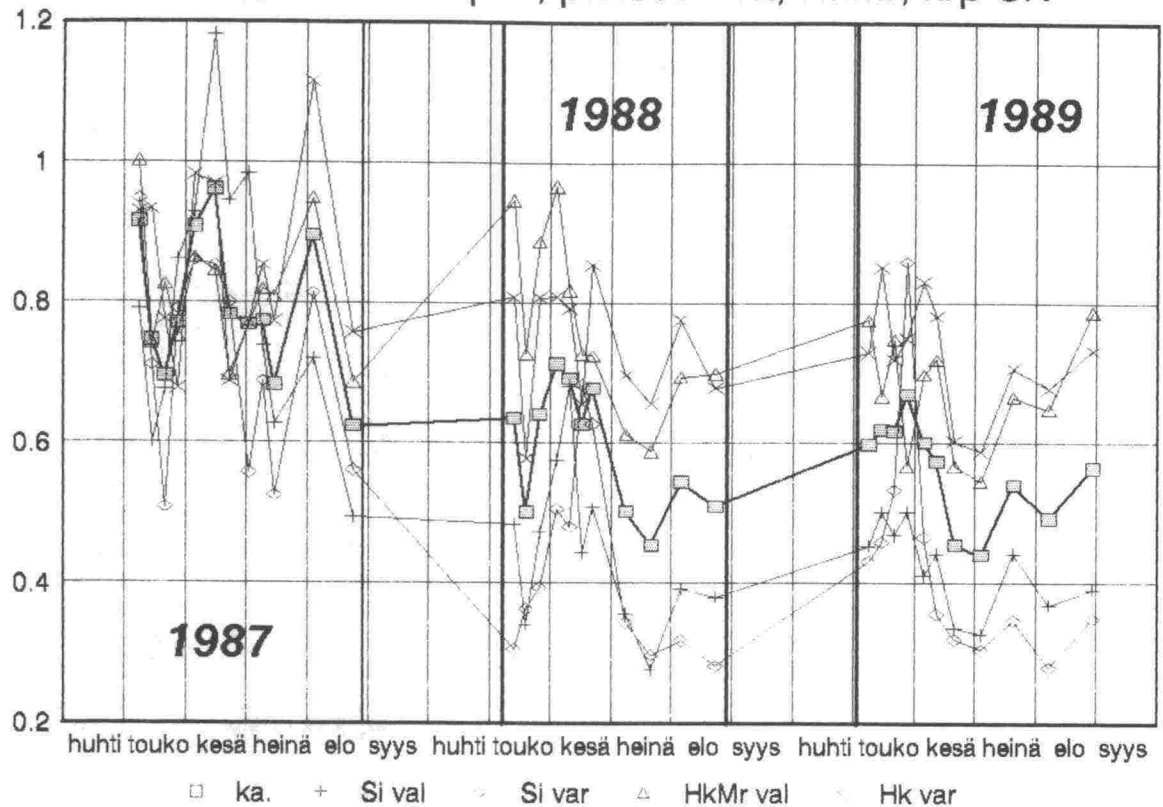
M 31-51, HkMr, rrpÖS



## Kantavuusseuranta 1987 - 89

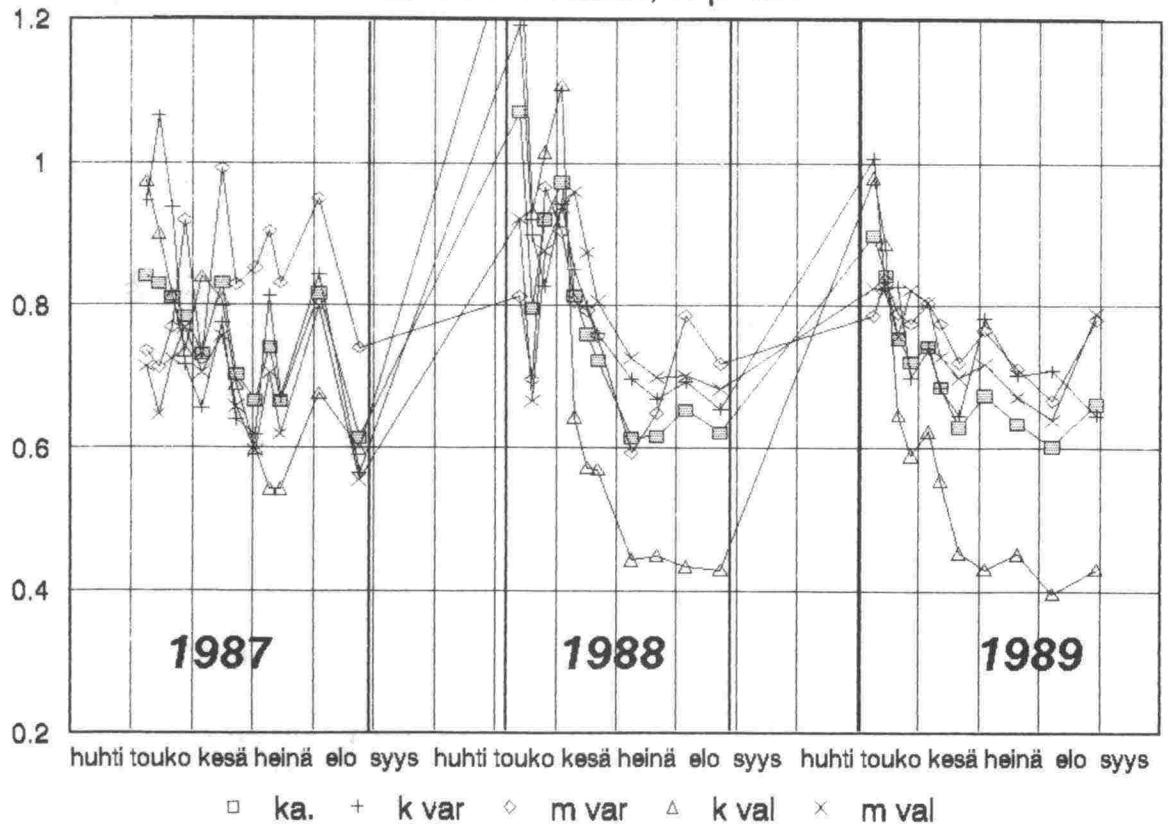
kerroin

Keski-Suomen piiri, pisteet 1-12, HkMr, krp SR



kerroin

KS 13-24 HkMr, krp ÖS

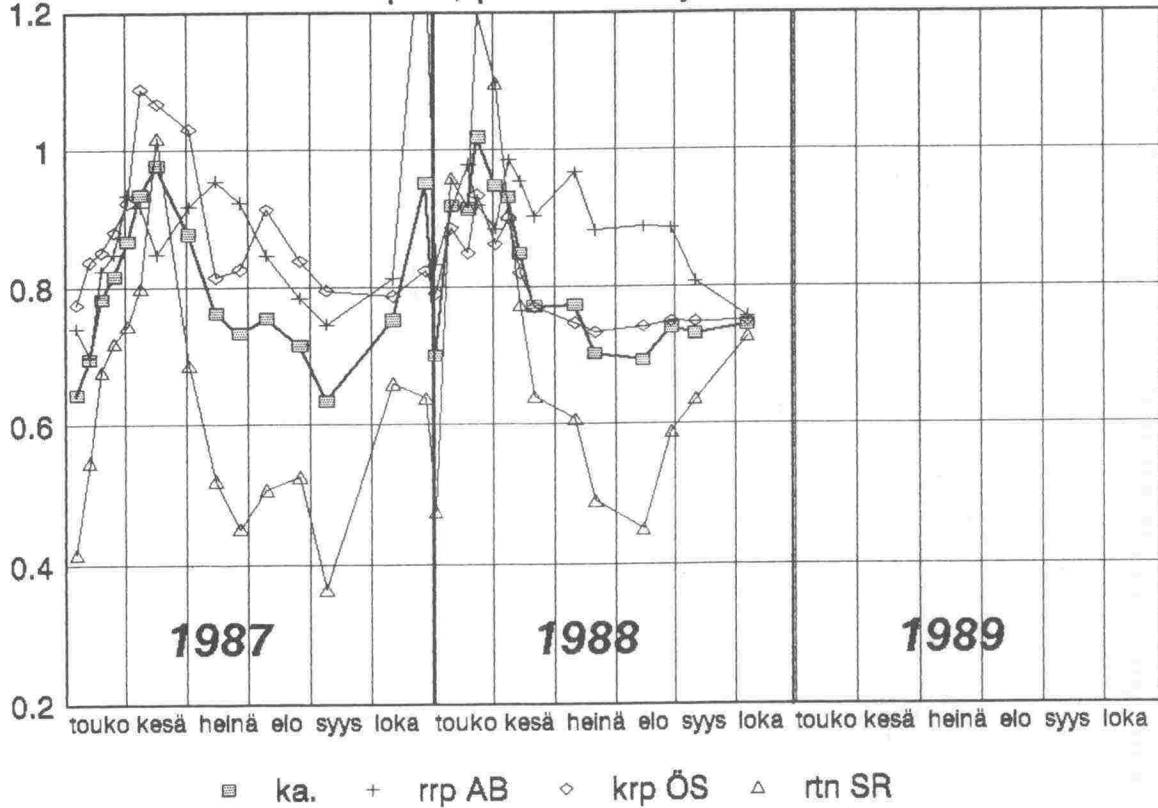




## Kantavuusseuranta 1987 - 89

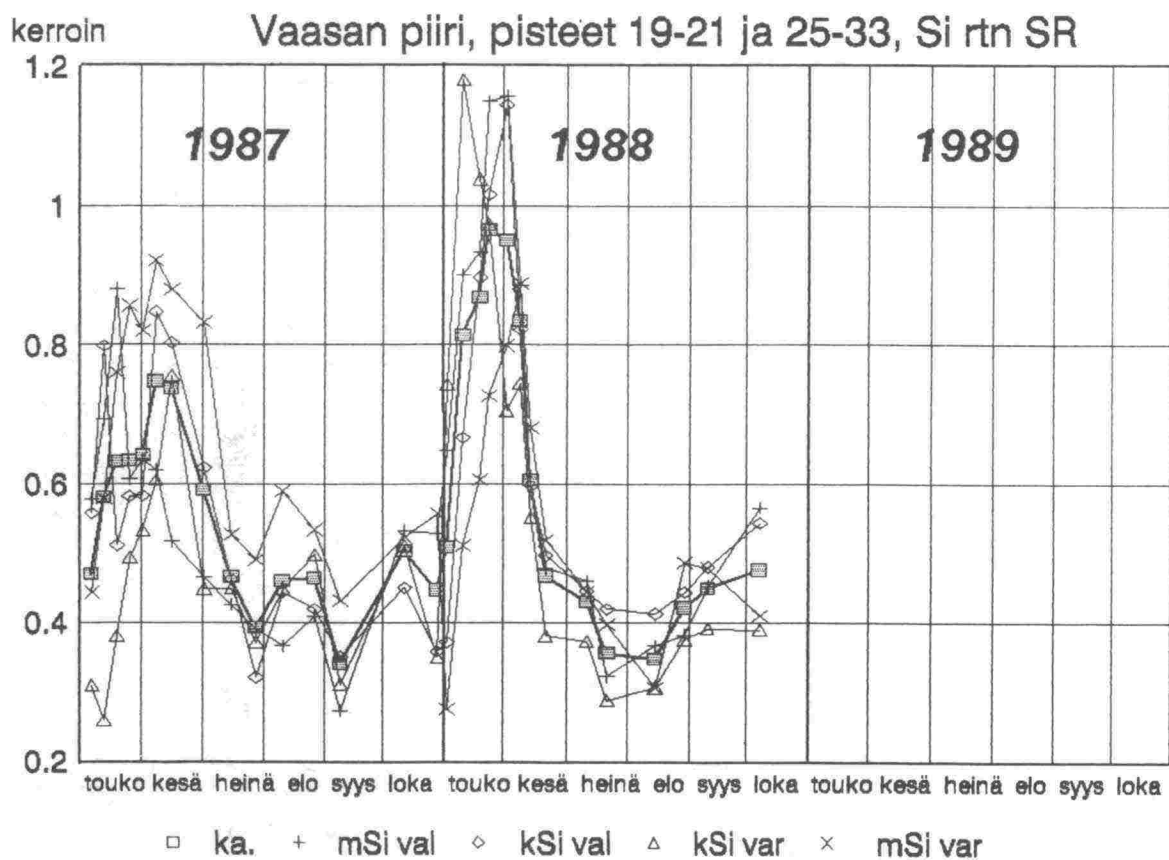
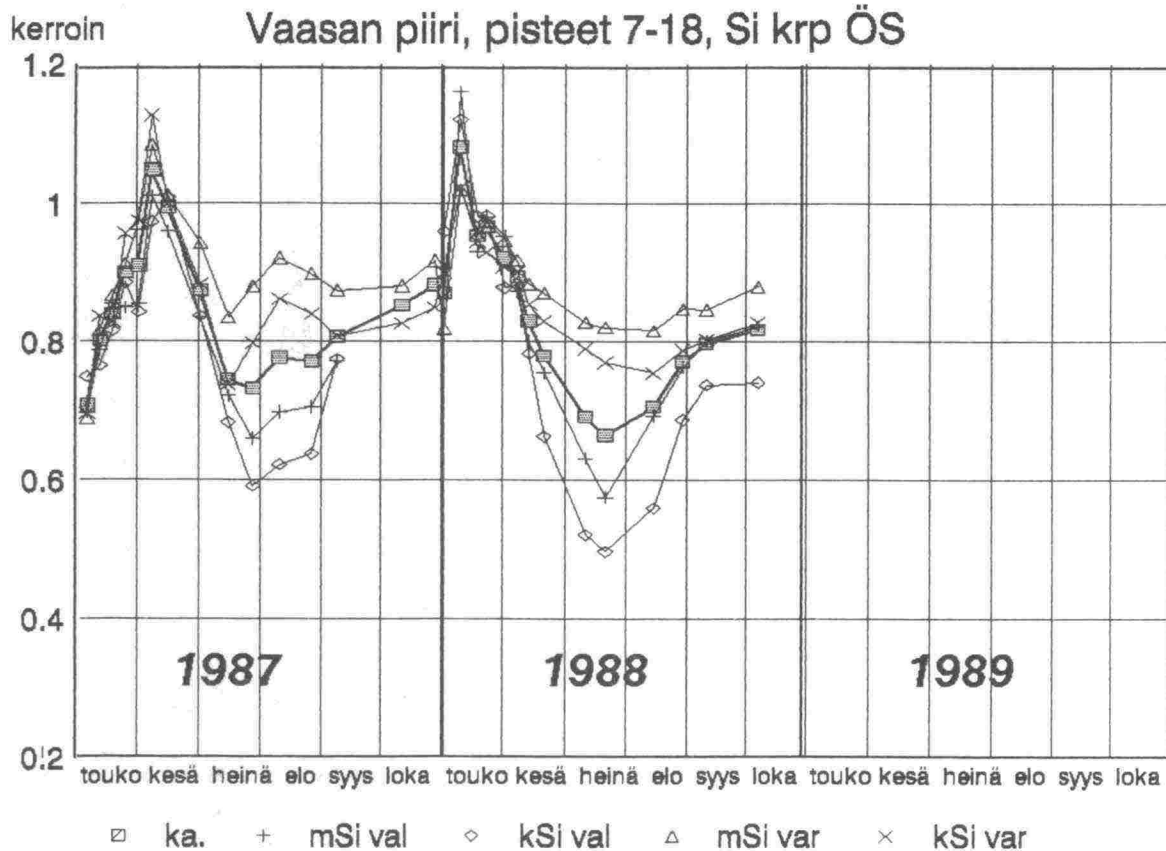
kerroin

Vaasan piiri, pisteet 1-6 ja 22-24, Sa





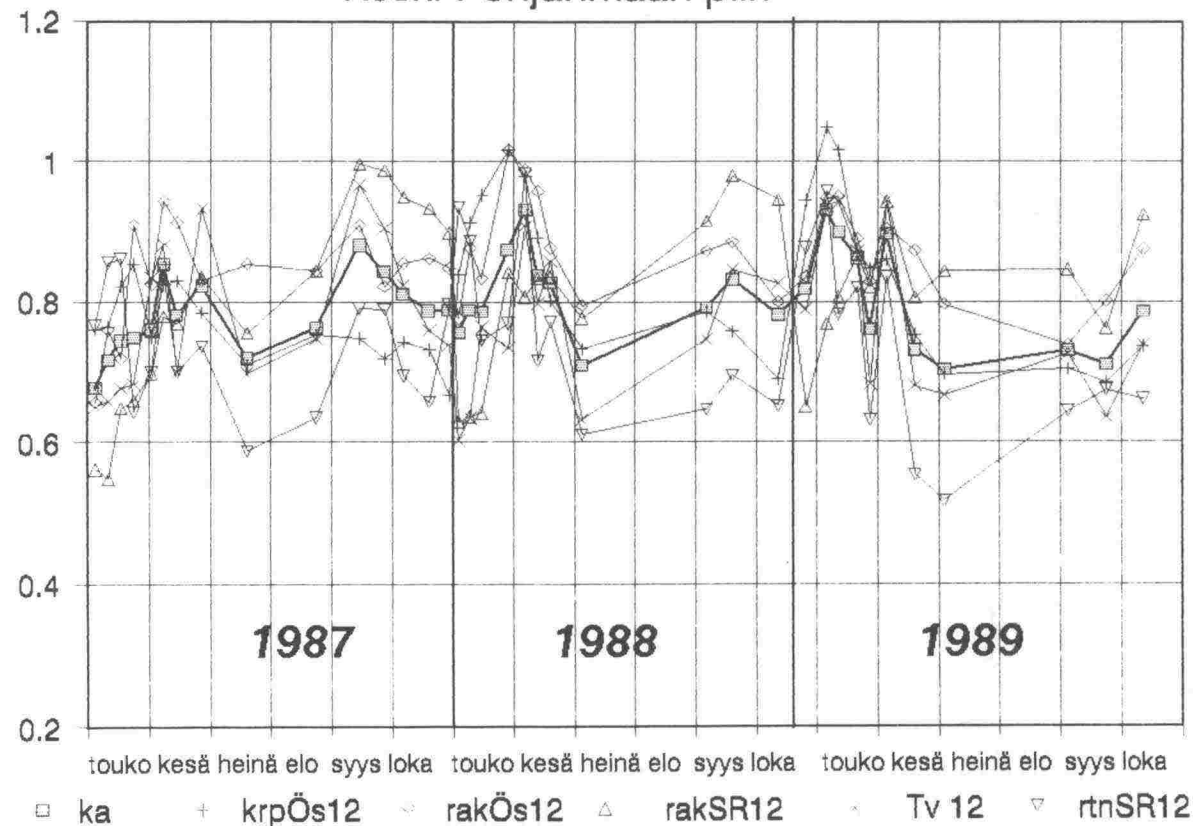
## Kantavuusseuranta 1987 - 89



## Kantavuusseuranta 1987 - 89

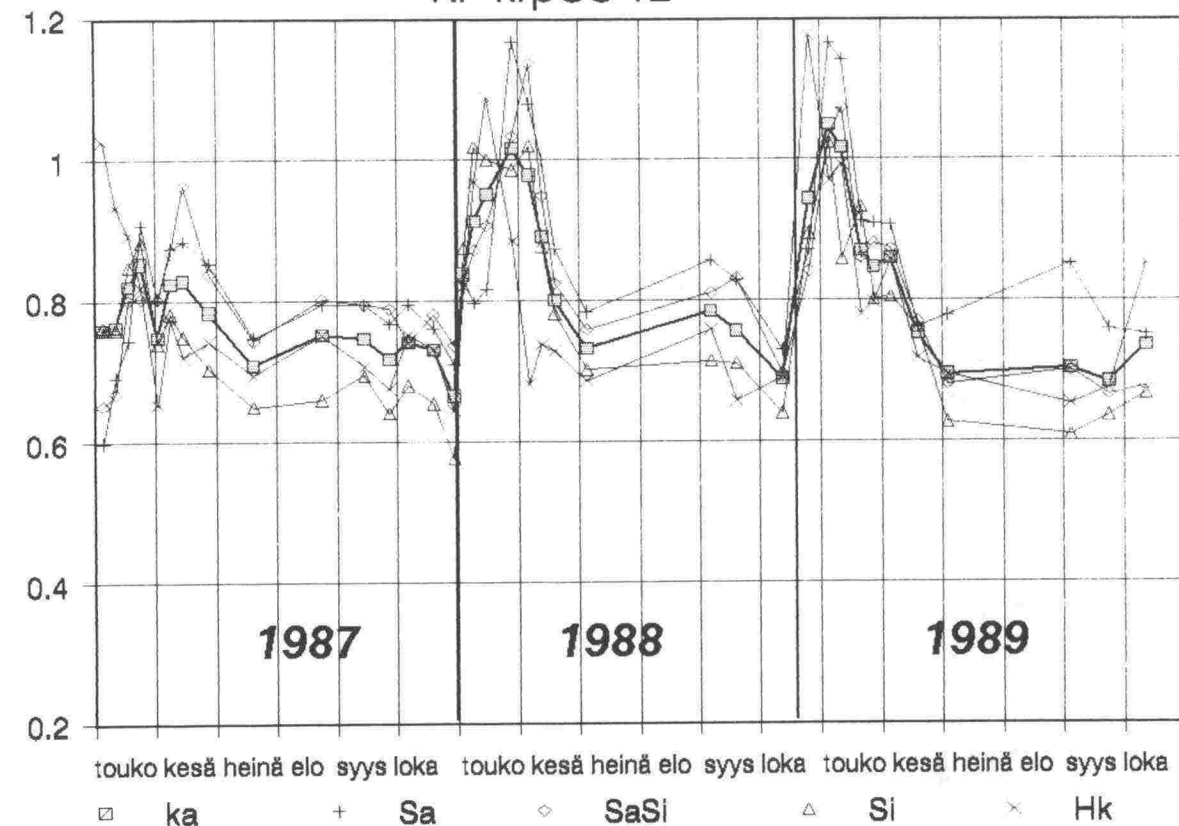
kerroin

Keski-Pohjanmaan piiri



kerroin

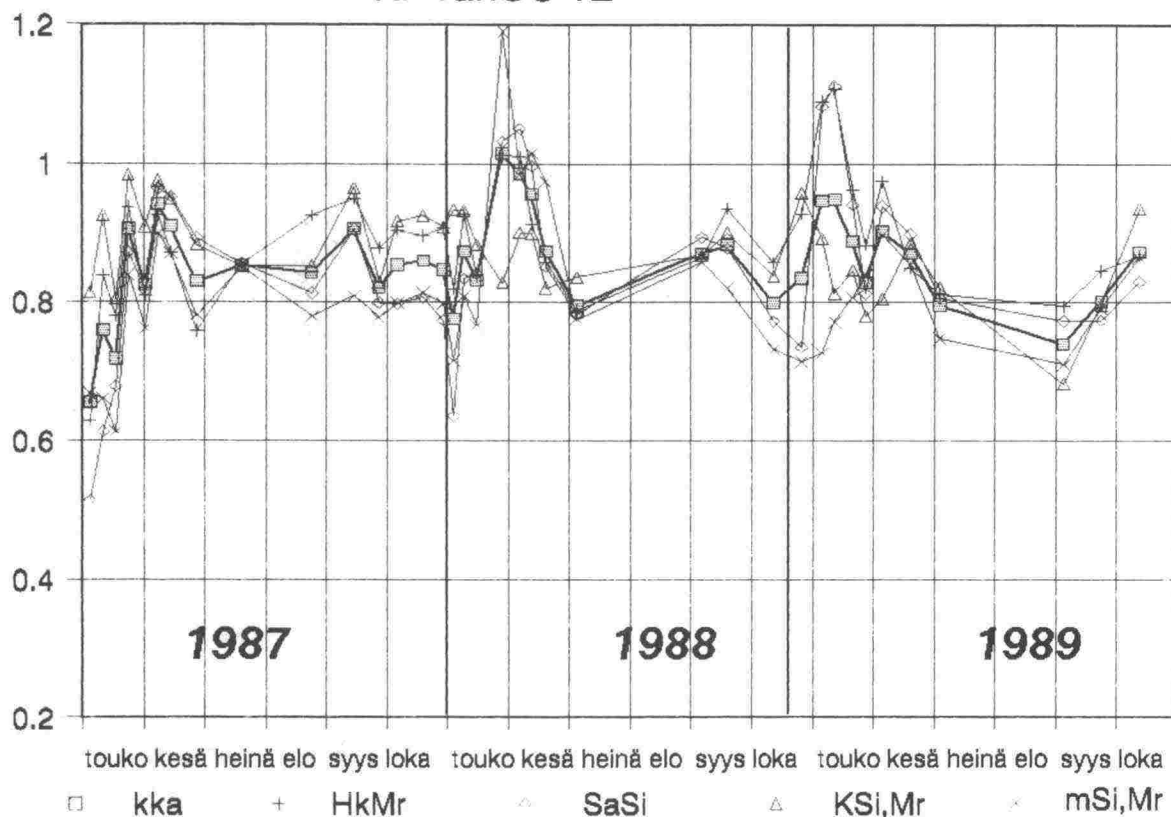
KP krpÖS 12



## Kantavuusseuranta 1987 - 89

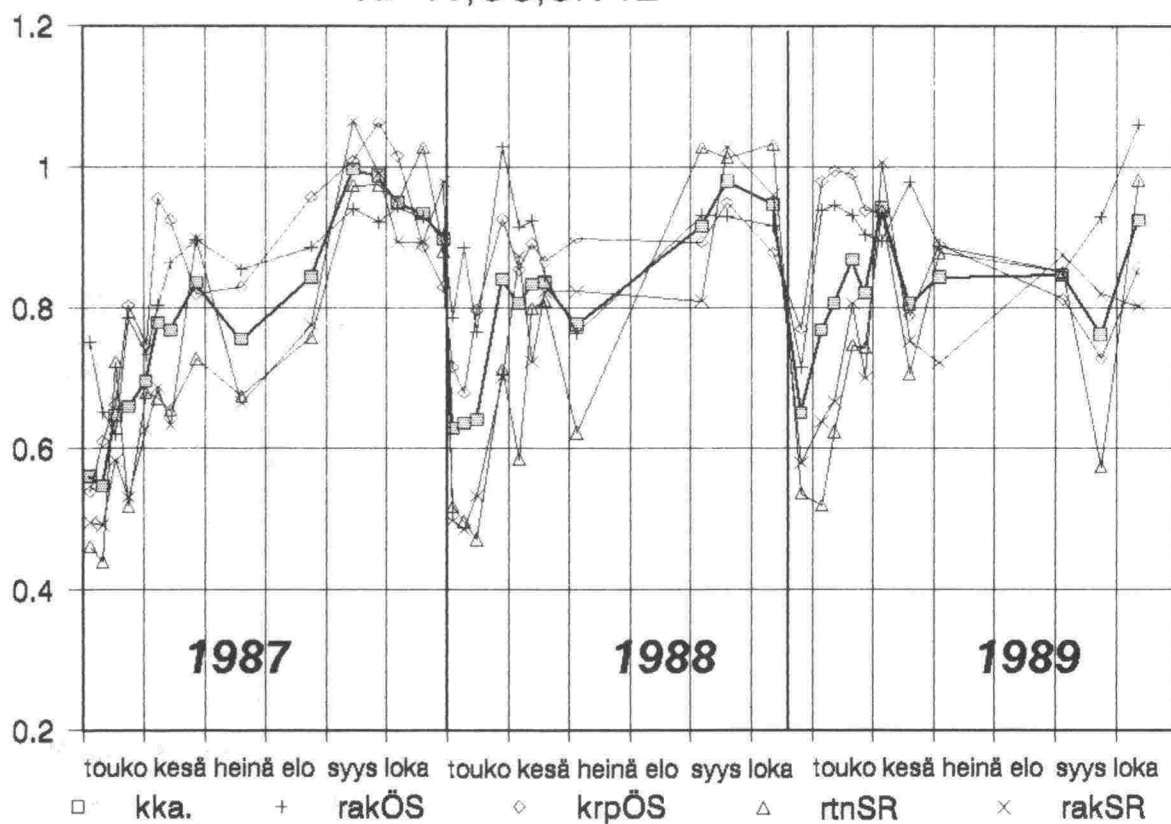
kerroin

KP rakÖS 12



kerroin

KP Tv,ÖS,SR 12

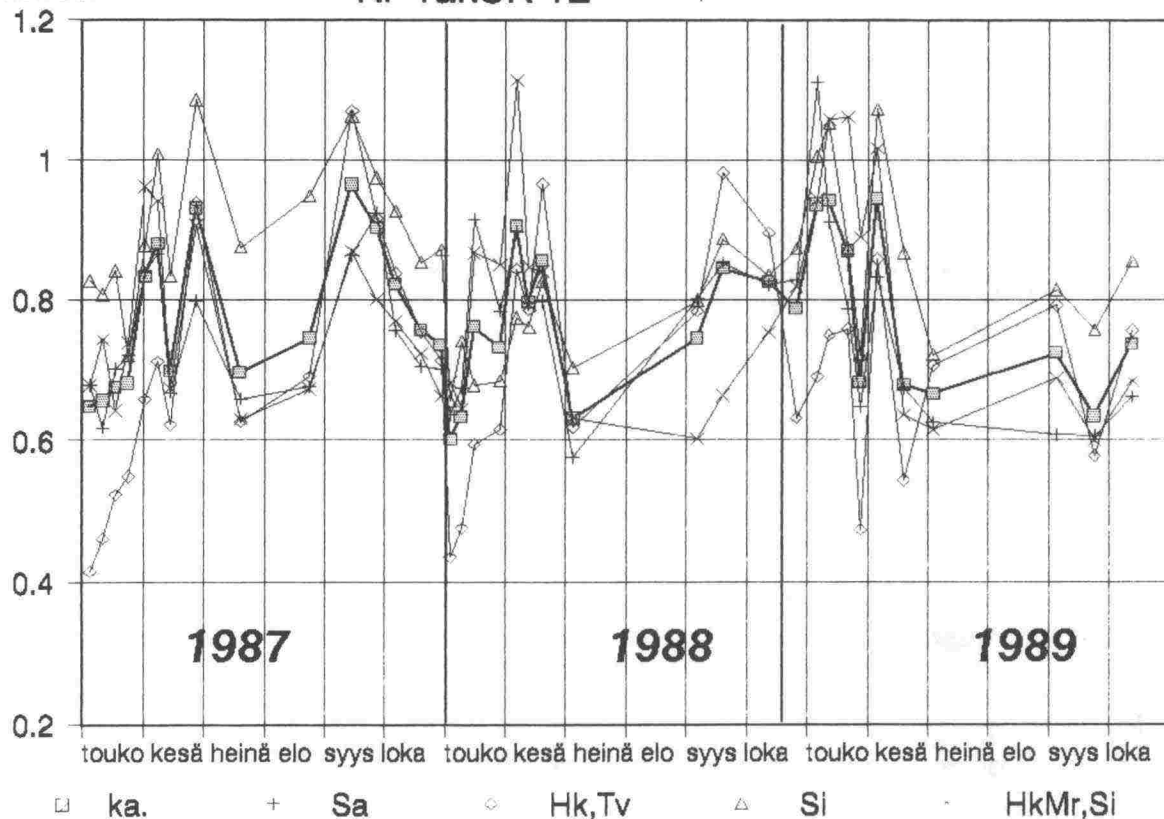




## Kantavuusseuranta 1987 - 89

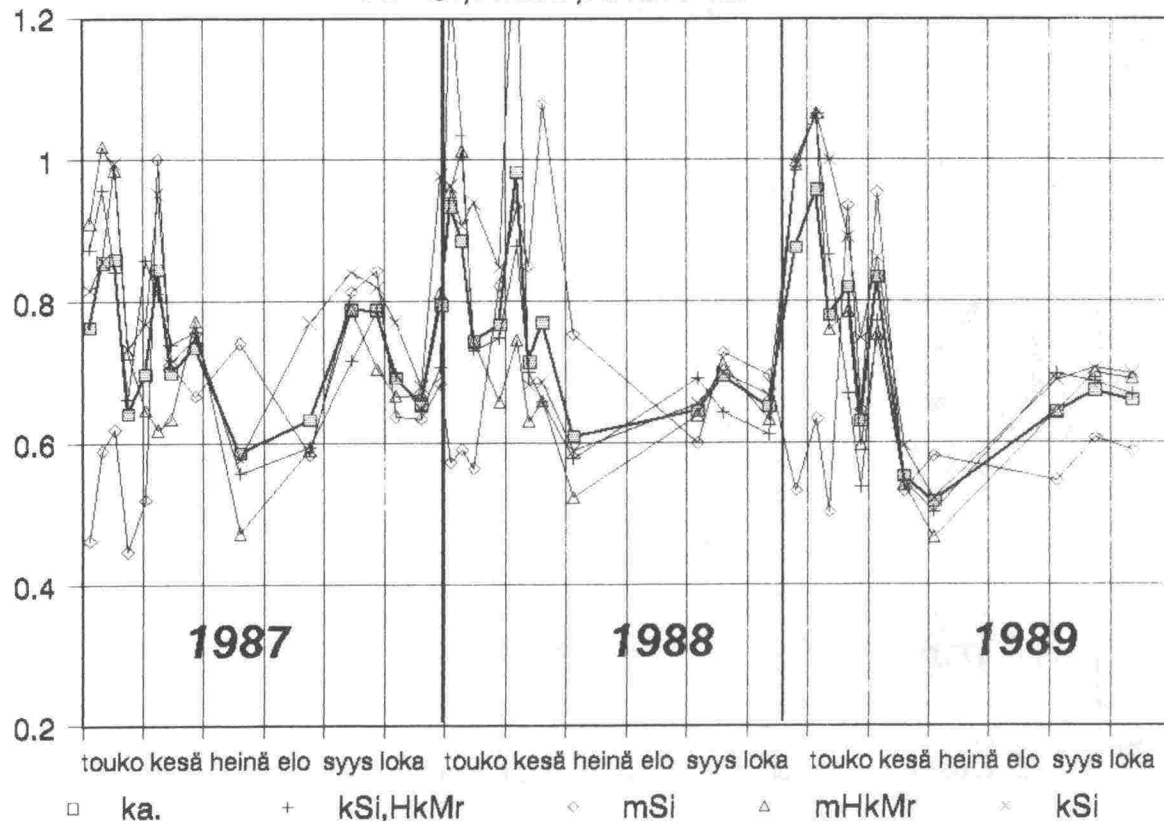
kerroin

KP rakSR 12



kerroin

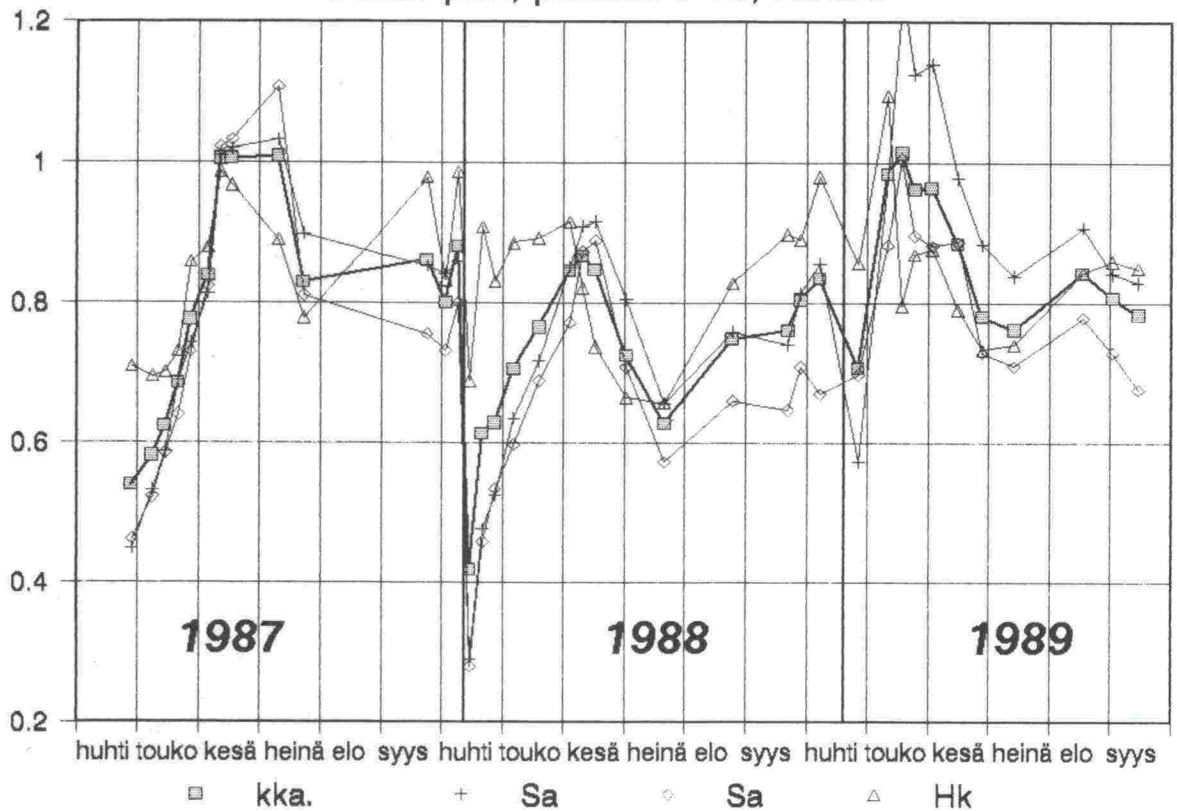
KP Si,HkMr,rtnSR 12



## Kantavuusseuranta 1987 - 89

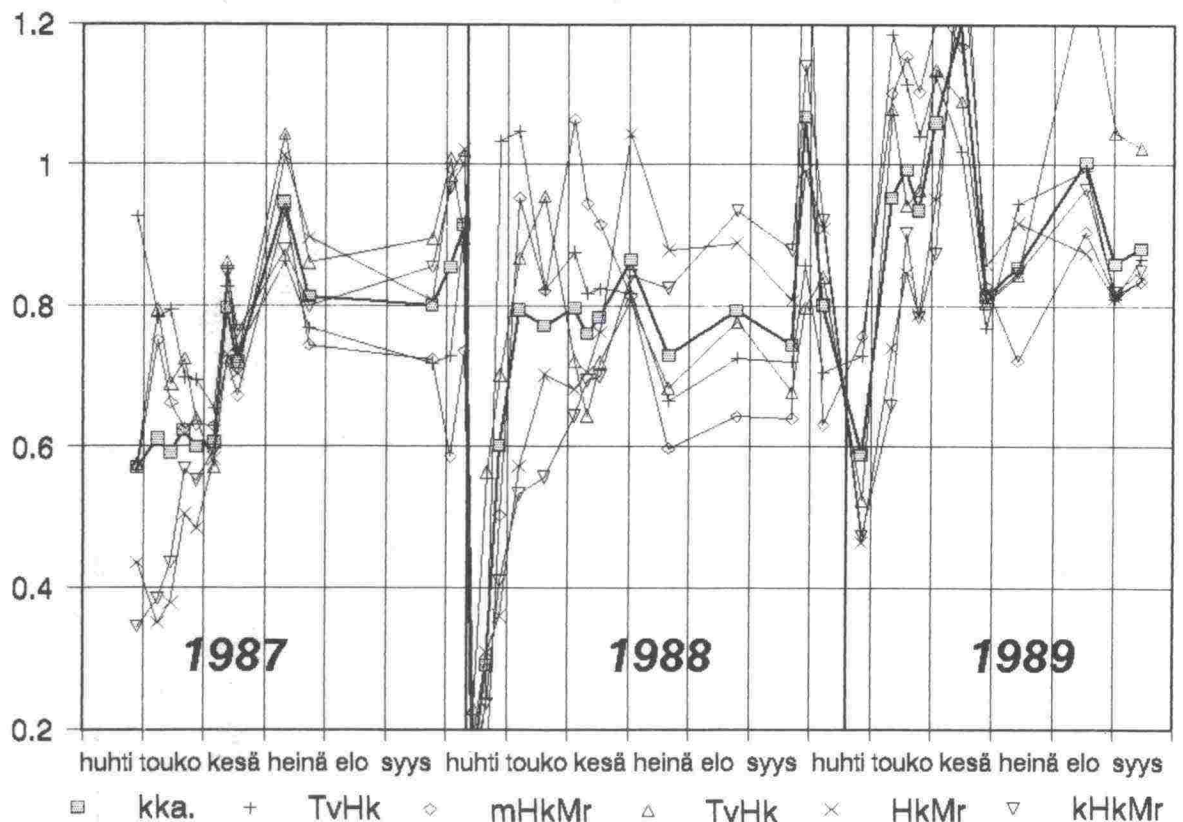
kerroin

Oulun piiri, pisteet 1-15, rakÖS



kerroin

O 21-45 rtnSR



## TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 1/1991 Satelliitteihin perustuvasta paikannusjärjestelmästä. TIEL 3200001
- 2/1991 Autokanta ja liikenne OECD-maissa. TIEL 3200002
- 3/1991 Tiesalaojien toimivuus ja kunnossapito. TIEL 3200003
- 4/1991 Suolauksen vaikutukset tienvarsikasvillisuuteen. TIEL 3200004
- 5/1991 Reunapaalujen vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikenneonnettomuuksiin. TIEL 3200005
- 6/1991 Yleiskaavoituksen ja tien yleissuunnittelun kytkentä. TIEL 3200006
- 7/1991 Teiden esisuunnitelu Pohjoismaissa. TIEL 3200007
- 8/1991 Palvelutasomittareiden seuranta tiensuunnittelussa. TIEL 3200008
- 9/1991 Luonnonolojen seuranta tiensuunnittelussa. TIEL 3200009
- 10/1991 Tielaitoksen laatujärjestelmän kehittäminen; suunnittelun laatujärjestelmä, esiselvitys. TIEL 3200010
- 11/1991 Ympäristövaikutusarviot pääsuuntaselvityksissä. TIEL 3200016
- 12/1991 Selvitys nopeuden alentamiskeinoista taajamateillä. TIEL 3203613
- 13/1991 Selvitys nopeusrajoitusten määrittämisestä ja vaikutuksista. TIEL 3200011
- 14/1991 Jalankulkijan ja pyöräilijän vammautumisesta liikennealueilla. TIEL 3200012
- 15/1991 Liikenneinvestoinneista päättäminen; Arvio suunnittelunäkemyksestä. TIEL 3200013
- 16/1991 Paristotyyppin ja ympäristön lämpötilan vaikutus varoitusvilkun toimintaan. TIEL 3200014
- 17/1991 The Effect of Battery Type and Ambient Temperature on the Operation of Warning Flashers. TIEL 3200015E
- 18/1991 Pohjaveden suojaus maatiivisteellä tien luiskassa. TIEL 3200017
- 19/1991 Liikennetunnelien kuivatus- ja lämpöeristysrakenteet. TIEL 3200018
- 20/1991 Kunnossapidon tuloksen mittaus. TIEL 3200019
- 21/1991 Tiesuolauksen vaikutus pohjaveteen Salpausselän alueella. TIEL 3200020
- 22/1991 Tiekohtaiset nopeusrajoitukset ja onnettomuudet 1984 - 1988. TIEL 3200021
- 23/1991 Kiertoliittymät ja niiden välityskyky. TIEL 3200022